

## Структурный состав гуминовых веществ орнитогенных почв Антарктики по данным ядерного магнитного резонанса (13-С)

Е.В.Абакумов, Ю.М.Фаттахова

Евгений Васильевич Абакумов. Кафедра прикладной экологии, Санкт-Петербургский государственный университет, 16-я линия В.О., д. 29, Санкт-Петербург, 199178, Россия.

E-mail: e\_abakumov@mail.ru, e.abakumov@bio.spbu.ru

Юлия Миннирафилевна Фаттахова. Кафедра прикладной экологии, Санкт-Петербургский государственный университет, 16-я линия В.О., д. 29, Санкт-Петербург, 199178, Россия

Поступила в редакцию 19 июля 2015

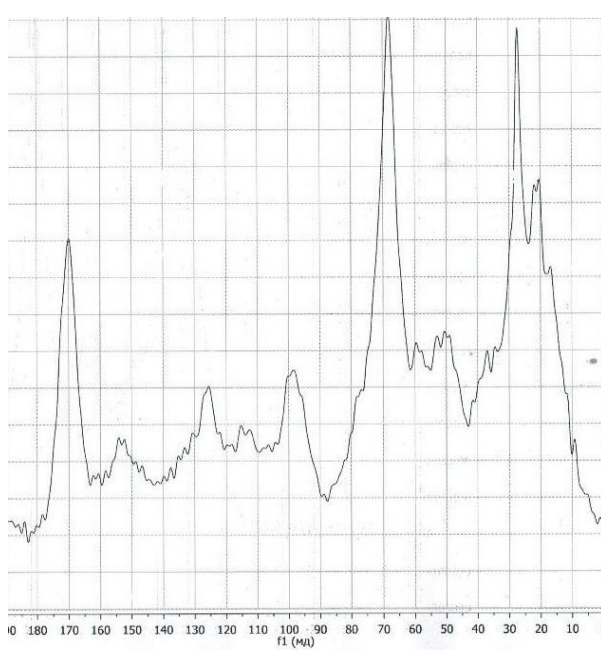
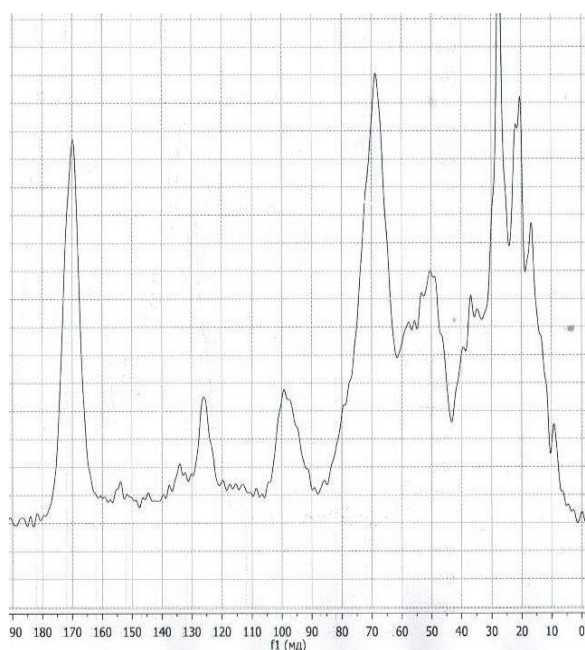
Орнитогенные почвы — особый вариант почвообразования, характерный прежде всего для экосистем Южного полушария (Абакумов 2010), хотя эти почвы регулярно встречаются и в северном полярном биоме (Иванов, Авессаломова 2012). Ранее была установлена специфика морфологического строения орнитогенных и посторнитогенных почв (Абакумов 2014), выявлены особенности микроморфологического и минералогического состава почв под колониями птиц (Абакумов 2014а), показаны особенности географии орнитогенных почв Северного и Южного полушарий (Иванов 2013, Абакумов 2010, Pereira *et al.* 2013), уточнены классификационные аспекты (Парникоза и др. 2015) и описано развитие почв в посторнитогенной сукцессии (Абакумов 2014). Обнаружено, что в орнитогенных почвах накапливается существенное количество углерода органических соединений при повышенном содержании азота, что приводит к резкому снижению отношения C/N по сравнению с почвами, не испытывающими орнитогенного воздействия (Парникоза и др. 2015). При этом органическое вещество орнитогенных почв является фульватным по качественному составу, что связано не столько с высоким содержанием фульвокислот, сколько с существенным содержанием фульвокислотной фракции гумуса.

В связи с этим актуальным является изучение гуминовых кислот орнитогенных почв Антарктики методом ядерного магнитного резонанса. Достоинством этого метода является возможность количественной оценки содержания групп структурных фрагментов и идентификация индивидуальных структурных фрагментов в молекулах гуминовых кислот. Гуминовые кислоты выделяли из двух орнитогенных почв, пробы которых были отобраны в ходе 55-й Российской Антарктической экспедиции Росгидромета. Первая проба отобрана из орнитосоли в окрестностях станции Прогресс (Холмы Ларсеманн, Восточная Антарктика), вторая проба представляет орнитогенную почву из района стан-

ции Беллинсгаузен (полуостров Файлдс, остров Кинг-Джордж, Западная Антарктика). В обоих случаях изучался не собственно материал гуано, а продукты его трансформации, ассоциированные с мелкозёмом почв. Препараты гуминовых кислот выделяли по стандартной методике (IHSS, <http://www.humicsubstances.org/soilhafa.html>). <sup>13</sup>C ЯМР спектры гуминовых кислот снимались при помощи анализатора Bruker Avance 500 NMR spectrometer (Karlsruhe, Germany, 2003). Группы структурных фрагментов идентифицировали по величине химического сдвига (Chafetz *et al.* 2002). Данные о структурном составе гуминовых веществ приведены в таблице 1 и на рисунке. Соотношение ароматических и алифатических фрагментов приведено в таблице 2.

Таблица 1. Структурный состав гуминовых кислот орнитогенных почв, % от суммарной интенсивности

Величина химического сдвига, ppm	Тип структурных фрагментов	Холмы Ларсеманн	Остров Кинг-Джордж
10-27	H-, C- замещённые алифатические фрагменты	19.65	18.05
27-50	CH <sub>2</sub> -алкильные структуры	21.44	17.43
50-70	Метоксильные фрагменты, аминокислотные и эфирные группы	21.43	14.41
70-100	O- и N-замещённые алифатические фрагменты	15.35	15.98
100-108	Аномерные алифатические фрагменты	1.91	3.77
108-135	Протонированный ароматический углерод	6.00	12.27
135-150	Алкилароматические группы	1.69	4.13
150-170	Ароматический углерод фенолов и эфиров	6.80	9.18
170-190	Карбоксильные и карбонильные группы	5.73	4.77



<sup>13</sup>C ЯМР спектры гуминовых кислот: слева – орнитогенной почвы оазиса Холмы Ларсеманн (станция Прогресс), справа – орнитогенной почвы полуострова Файлдс (станция Беллинсгаузен). По оси абсцисс – величина химического сдвига.

Таблица 2. Соотношение ароматических и алифатических фрагментов в гуминовых кислотах, %

Группы структурных фрагментов	Холмы Ларсеманн	Остров Кинг-Джордж
Ароматические	15.55	27.68
Алифатические	84.45	72.32

Проведённые исследования показали, что изученные вещества действительно можно относить к классу гуминовых веществ, поскольку они включают все необходимые структурные фрагменты. Слаборазвитая ароматическая часть, известная как «ядро» гуминовых кислот, ассоциирована с доминирующей алифатической частью и выраженными карбоксильными и карбонильными группами.

Спектры гуминовых кислот исследованных почв различаются. В частности, для почвы холмов Ларсеманн характерно пониженное содержание ароматических фрагментов по сравнению с почвой острова Кинг-Джордж. Это, скорее всего, связано с различной длительностью периода биологической активности почв, которая больше в случае острова Кинг-Джордж. Как известно, данный показатель оказывает решающее влияние на степень гумификации органического вещества, в частности – на степень развития «ядерной» части гуминовых кислот, представленной ароматическими фрагментами. По содержанию ароматических фрагментов гуминовые кислоты обеих изученных почв сильно отличаются от гуминовых кислот бореальных почв, а также полярных почв Северного полушария. Это связано со спецификой состава веществ-прекурсоров гумификации, что выражается в отсутствии или очень низком содержании фенилпропановых фрагментов. Тем не менее, гумификация в мелкозёме почв под гуано осуществляется, что приводит к формированию гуминовых кислот с развитой периферической алифатической частью. Таким образом, полученные данные подтвердили, теперь уже на молекулярном уровне, возможность гумификации в почвах под гуано, что ещё раз подтверждает право орнитогенных почв называться почвами.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ: гранты №№ 15-04-06118-а, 13-04-01693-а. Исследования проведены с использованием оборудования ресурсного центра научного парка СПбГУ «Магнитно-резонансные методы исследования»*

## Литература

- Абакумов Е.В. 2010. Источники и состав гумуса некоторых почв Западной Антарктики // *Почвоведение* 2: 538-547.
- Абакумов Е.В. 2012. Орнитогенные почвы Антарктики // *Вестн. молодых учёных С.-Петербурга* 1: 5-19.
- Абакумов Е.В. 2014. Зоогенный педогенез как основной биогенный почвенный процесс в Антарктиде // *Рус. орнитол. журн.* **23** (972): 576-584.

- Абакумов Е.В. 2014а. Микроморфологические признаки орнитогенного почвообразования в Антарктиде // *Рус. орнитол. журн.* **23** (1030): 2353-2357.
- Парникоза И.Ю., Абакумов Е.В., Дикий И.В., Пилипенко Д.В., Швидун П.П., Козерецкая И.А., Кунах В.А. 2015. Влияние птиц на пространственное распределение *Deschampsia antarctica* Desv. острова Галиндез (Аргентинские острова, Прибрежная антарктика) // *Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 3: Биол.* 1: 78-97.
- Иванов А.Н. 2013. *Орнитогенные геосистемы островов Северной Пацифики*. М.: 1-228.
- Иванов А.Н., Авессаломова И.А. 2012. Орнитогенные экосистемы: геохимические феномены биосферы // *Биосфера* 4, 4: 385-396.
- Chefetz B., Salloum M.J., Deshmukh A.P., Hatcher P.G. 2002. Structural components of humic acids as determined by chemical modifications and carbon-13 NMR, pyrolysis- and thermochemolysis-gas chromatography/mass spectrometry // *Soil Sci. Amer. J.* **66**: 1159-1171.
- Pereira T.T.C., Schaefer C.E.G.R., Ker J.C., Almeida C.C., Aimeida I.C.C. 2013. Micro-morphological and microchemical indicators of pedogenesis in Ornithogenic Cryosols (Gelisol) of Hope Bay, Antarctic Peninsula // *Geoderma* **193/194**: 311-322.



ISSN 0869-4362

Русский орнитологический журнал 2015, Том 24, Экспресс-выпуск **1165**: 2466-2479

## Хохотунья *Larus cachinnans* – агрессивный хищник Причерноморья

Д.Н.Нанкинов, С.К.Иванов, П.И.Солдатов

Димитр Николов Нанкинов, Светлан Кирилов Иванов, Пётр Иванов Солдатов. Болгарский орнитологический центр, Институт зоологии Болгарской академии наук, бульвар Царя Освободителя, 1, София – 1000, Болгария. E-mail: d.nankinov@abv.bg

Поступила в редакцию 22 июля 2015

В данной статье мы не станем обсуждать вопрос о видовом (подвидовом) статусе серебристой чайки (*Larus cachinnans cachinnans* или *Larus cachinnans michahellis*) в Черноморском регионе. Принимаем, что это – чайка-хохотунья, хотя знаем (Neubauer *et al.* 2001; Юдин, Фирсова 2002; Нанкинов 2012а), что данный вопрос все ещё не выяснен до конца. И северная и южная ветви комплекса *Larus argentatus* – *L. cachinnans* представляют собой конгломераты разных по происхождению таксонов (Фирсова 2013). Некоторые авторы даже считают, что на западном побережье Чёрного моря большие белоголовые чайки, гнездящиеся на крышах домов, очень похожи на *L. c. michahellis*, а те, что располагают свои гнёзда на берегах и островах лагун, – на *L. c. cachinnans* (Klein, Buchheim 1997). Однако такая картина нам кажется не соответствующей действительности, потому что в Болгарии хохотуньи, гнездящиеся как на островах и берегах моря, так и на крышах домов, например – на острове Святого Ивана и в городе Созополь, рас-